

Tugas Pemodelan dan Simulasi

Simulasi untuk Traffic Flow

June 7, 2022

Tugas

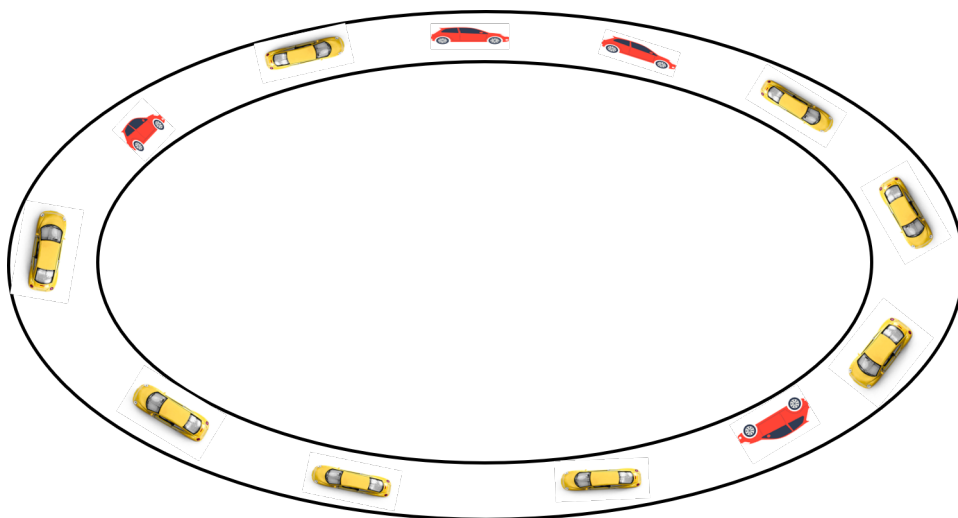
Pemerintah berencana membangun sistem pendeteksi kemacetan jalan raya yang dapat memberikan lokasi titik kemacetan berdasarkan kepadatan kendaraan di satuan unit lokasi. Untuk tujuan tersebut, tim peneliti yang terlibat mencoba membuat sebuah sistem yang dapat mensimulasikan arus kendaraan di jalan raya. Asumsi-asumsi awal jalur kendaraan pun telah disepakati, yaitu:

1. Seluruh kendaraan adalah mobil.
2. Jalur kendaraan memiliki hanya satu jalur berbentuk siklis seperti pada gambar.
3. Perilaku pengendara diatur/dibatasi menjadi hal berikut:

Rule-1 Kendaraan hanya dapat bergerak maju, dan demi keamanan tidak boleh melebihi kecepatan tertentu v_{max} .

Rule-2 Pengendara memperhatikan jarak dengan mobil di depan untuk menghindari tabrakan.

Rule-3 Kecenderungan pengendara untuk menginjak rem yang menyebabkan mobil melakukan perlambatan mengikuti peluang tertentu.



Tugas

Coba pikirkan bagaimana cara untuk menyimulasikan sistem/ implementasi rule berkendara di atas.

Misalkan dengan terlebih dahulu menyederhanakan aturan sistem, yaitu:

1. Dikarenakan jalur berbentuk siklis, maka setelah satu putaran, mobil akan kembali ke titik awal. Lihat ilustrasi pada Figure 1. Bayangkan sebuah karet gelang yang diputus, sehingga dapat dibentangkan menjadi sebuah garis horizontal, dimana titik-titik ujung tadinya bersatu. Kemudian jalur horizontal kita partisi menjadi M subinterval, sehingga posisi mobil dalam jalur siklis adalah x_1, x_2, \dots, x_M , dan $x_{kM+1} = x_1$, untuk $k = 1, 2, \dots$ merupakan jumlah putaran.

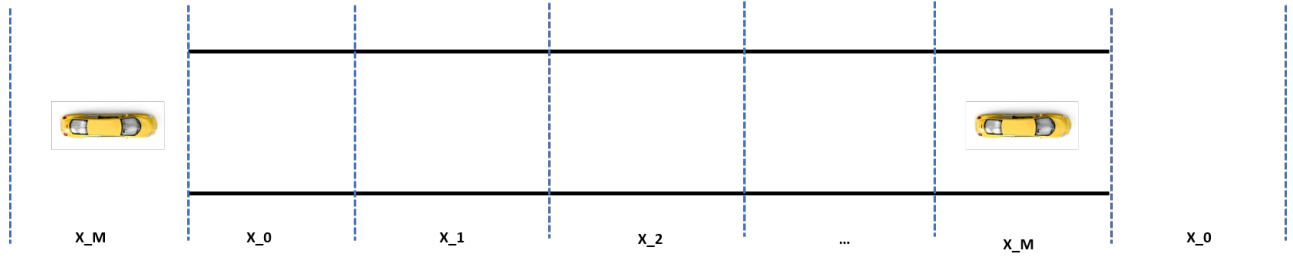


Figure 1: ilustrasi jalur siklis dibentangkan menjadi jalur horizontal. Setelah melewati posisi x_M , pengendara akan kembali ke posisi x_1 .

2. Terlebih dahulu kita sederhanakan sistem dengan model posisi x dan t yang diskrit. $x \in x_1 = 1, x_2 = 2, \dots, x_M = M$ dan waktu diskrit $t \in \mathbf{N}_0 := [0, 1, 2, \dots]$. Perilaku pengendara disederhanakan menjadi seperti berikut:
 - (a) Penyederhanaan Rule-1: Penambahan 1 unit satuan kecepatan untuk kecepatan setiap mobil per satu unit satuan waktu, dan kecepatan setiap mobil tidak boleh melebihi batas kecepatan yang dibolehkan (v_{max}). Artinya

$$v(t+1) = v(t) + 1 \leq v_{max}.$$
 - (b) Penyederhanaan Rule-2: Misalkan jarak aman antar dua mobil beriringan adalah d , maka kecepatan setiap mobil harus memenuhi $v \leq d - 1$.
 - (c) Penyederhanaan Rule-3: Pengemudi memiliki kecenderungan untuk mengerem dengan peluang sebesar p , yang mengakibatkan mobil mengalami perlambatan sebesar 1 satuan unit kecepatan, sehingga jika menginjak rem kecepatan menjadi $v(t+1) = v(t) - 1 \geq 0$ (karena mobil tidak dibolehkan mundur).

Dengan kata lain melalui penyederhanaan ini, setiap kendaraan akan mengalami update kecepatan dan posisi sebagai berikut:

update kecepatan:

$$v(t+1) = \begin{cases} \max\{\min\{v(t) + 1, v_{max}, d - 1\} - 1, 0\} & \text{dengan peluang } p \\ \min\{v(t) + 1, v_{max}, d - 1\} & \text{dengan peluang } 1 - p \end{cases}$$

kemudian **update posisi**:

$$x(t+1) = \begin{cases} x(t) + v(t+1) & \text{Jika } x(t) + v(t+1) \leq M \\ x(t) + v(t+1) - M - 1 & \text{jika } x(t) + v(t+1) > M \end{cases}$$

Pemisalan diatas tidak membatasi kalian, jika dapat memikirkan cara yang lebih realistik dan mungkin untuk dilakukan. Hint: Persoalan mendeteksi traffic flow seperti digambarkan diatas, dapat kalian gali lebih dalam dari sumber-sumber di internet dengan kata kunci: Nagel-Schreckenberg Model.

Dari model diatas lakukan hal berikut:

1. Buatlah simulasi untuk sistem tersebut dengan parameter tetap $M = 100$, $p = 0.3$, $v_0 = 0$, $d = 2$, jumlah kendaraan $N = 20$, $t_{max} = 1000$, $v_{max} = 5$
2. Dari simulasi tersebut tentukan dan jelaskan:
 - (a) Gambarkan apa yang terjadi setelah sistem berjalan selama t_{max} .
 - (b) Kepadatan per satuan waktu, kendaraan di interval $[x_{80}, x_{90}]$.
 - (c) Kepadatan maksimum per satuan waktu, kendaraan di setiap interval dengan panjang 5 unit posisi.
 - (d) Waktu rata-rata mobil kembali ke posisi awal.
3. Buatlah laporan singkat yang memuat: a. uraian problem, b. uraian metode dan algoritma program simulasi, c. hasil dan pembahasan (sesuai uraian 1 dan 2), serta d. Lampiran program/link program yang bisa dipastikan bisa diakses oleh dosen penilai. Jangan lupa untuk menuliskan nama anggota kelompok yang terlibat. (**max point 60**)
4. Buatlah video presentasi menarik tentang model dan hasilnya, dengan durasi maximum 15 menit. Setiap anggota kelompok yang akan dinilai harus terlibat untuk menyampaikan presentasi(**max. point 40**). untuk point ini, setiap anggota kelompok dapat memperoleh nilai yang berbeda-beda sesuai penilaian dosen pengampu.

Bonus 20 point

Model Nagel-Schreckenberg Model dapat dikembangkan untuk kasus lebih dari satu jalur kendaraan. Baca lebih lanjut di link ini.

Bagi kelompok yang telah menyelesaikan persoalan untuk satu jalur seperti yang telah digambarkan diatas, kemudian dapat menginterpretasikan model sistem untuk dua jalur, akan diapresiasi nilai bonus.

Rubrik dan panduan penilaian

| Aspek | Skor | Kriteria Skor |
|--------------------------------|------|---|
| Kelengkapan Materi Laporan (A) | 1-4 | Muatan materi dalam laporan lengkap sesuai instruksi tugas. Point berkurang jika ada materi yang tidak dimuat. |
| Penulisan Materi Laporan (B) | 1-4 | <ol style="list-style-type: none"> 1. Materi disubmit dalam dokumen pdf, 2. setiap bagian dapat terbaca dengan baik, 3. isi materi dibuat ringkas dan berbobot, 4. bahasan yang digunakan sesuai materi |
| Presentasi (C) | 1-4 | Presentasi dengan percaya diri dan antusias, dan seluruh anggota kelompok berpartisipasi. |

$$\text{Nilai Akhir} = \left(\frac{(skor A + skor B) * 0.6}{8} + \frac{skor C * 0.4}{4} \right) \times 50 + bonus$$